

V

TEORÍA DE LAS AURORAS POLARES

Cuántas hipótesis se han propuesto para explicar las auroras polares se pueden clasificar en dos categorías, según que sus autores hayan considerado estos fenómenos como emanados de la misma causa que los demás del magnetismo terrestre ó como extraños á ellos. Nos limitaremos á mencionar someramente las hipótesis de esta segunda clase.

Muschenbroeck y Lemonnier creían que en ciertas épocas brotan de las entrañas de la Tierra nubes de una materia bastante ligera para evaporarse, y luego para reunirse en las altas regiones donde se inflama y se hace luminosa y como fosforescente. "La aurora boreal, según los partidarios de esta opinión, no es una llama como la de cualquier fuego, sino que se parece al fósforo, que al pronto no luce, pero que después despide una débil claridad.", Eulero atribuía la aurora al impulso de los rayos solares que lanzan á gran distancia las partículas de las altas regiones de la atmósfera, haciéndolas luminosas por la reflexión de dichos rayos en su superficie. El gran geómetra oponía esta teoría á la de Mairán, que predominó hasta mediados del siglo XVIII. Mairán no veía en las auroras boreales, lo propio que en la luz zodiacal, otra cosa sino los efectos producidos por la penetración de la atmósfera del Sol en la de la Tierra. Por último, algunos físicos, como el abate Hell, creían que las auroras eran fenómenos ópticos de reflexión, análogos á los parhelios.

Sería superfluo refutar estas distintas explicaciones, cuya insuficiencia reconoce por causa la escasez de datos que siglo y medio atrás se tenía sobre el fenómeno mismo y las circunstancias de su producción.

Pasemos á las teorías que lo relacionan con el magnetismo ó con la electricidad terrestre.

Halley (1) fué el primero en sospechar que había cierta conexión entre la aurora polar y las perturbaciones de la aguja imanada, pero hasta 1741 no confirmaron los suecos Hiorter y Celsius las miras de Halley con observaciones positivas. Wargentín, en 1750, y luego Canton y Wilke pusieron fuera de duda esta coincidencia. A partir de esta época, el magnetismo terrestre ó la electricidad sirven de base para las hipótesis sobre la naturaleza de la aurora.

Eberhart, físico alemán, y P. Frisi de Pisa asimilaron la luz polar á la que producen las descargas eléctricas en los gases enrarecidos. Dalton adoptó casi las mismas ideas, sólo que las completó atribuyendo los rayos aurorales á la existencia de partículas ferruginosas dotadas de propiedades magnéticas en las altas regiones. Biot, que estudió las auroras boreales en el viaje que hizo á las islas Shetland, las asimilaba á verdaderos

(1) Halley propuso, para explicar las auroras boreales, una hipótesis que Humboldt calificó con motivo de fantástica. Según ella, hay en el interior del globo, entre las capas en que reposa el suelo y el núcleo sólido interior *habitado también por hombres*, un fluido luminoso que no es otra cosa sino el fluido magnético. En su concepto, la salida de este fluido por las grietas de las rocas y las hendeduras del suelo es lo que produce el fenómeno de las auroras polares. Como la corteza terrestre es menos gruesa en los polos que en el ecuador á causa del aplanamiento, el fluido encuentra naturalmente un paso más fácil en las regiones polares que en cualquier otra parte. Halley admitía además que la rotación del núcleo interno era causa de las variaciones diurnas y anuas de la declinación.

nublados, formados de elementos sumamente tenues y luminosos que flotaban en los aires. Para explicar la naturaleza evidentemente magnética del fenómeno, Biot suponía que dichos elementos son partículas metálicas, y por consiguiente excelentes conductores del fluido eléctrico. Estando las capas de la atmósfera desigualmente cargadas de electricidad, ciertas columnas de estas materias tenues servían para dar paso al fluido que iluminaba su ruta, según se observa siempre que la electricidad pasa al través de conductores discontinuos. Faltaba explicar la existencia de esas columnas de materia, para lo cual recurría Biot á las erupciones de los volcanes situados en la inmediación de los polos magnéticos. Tan ingeniosa teoría no pudo resistir á la objeción hecha por Becquerel y basada en un hecho práctico cual es el de que las materias expelidas por los volcanes no contienen ninguna partícula metálica, y si tan sólo sustancias desprovistas de toda conductibilidad eléctrica.

Lleguemos ahora á las teorías contemporáneas de las auroras polares, entre las cuales analizaremos la propuesta por M. de la Rive, que es la más generalmente adoptada. Pero antes citemos el modo cómo Humboldt considera el fenómeno en su *Cosmos*: "No debe verse en la aurora boreal, dice, la causa de la perturbación que altera el equilibrio del magnetismo terrestre, sino el resultado de la actividad del globo, exaltada hasta producir fenómenos luminosos, y que se manifiesta, por una parte, por esa iluminación polar de la bóveda celeste, y por otra, por las oscilaciones desordenadas de la aguja imanada. Vese por esto que la luz polar es una especie de descarga sin detonación, el acto que pone fin á la tormenta magnética, así como, en las descargas eléctricas, el equilibrio destruido se restablece por otro fenómeno luminoso, el relámpago seguido del trueno.", Falta saber, si esta opinión de Humboldt es cierta, cómo es posible darse cuenta del estado magnético tempestuoso en que casi siempre se encuentran las altas regiones de la atmósfera en la proximidad de los dos polos terrestres.

He aquí cuál es la solución de este problema, según M. de la Rive. Ante todo considera que la ciencia dispone definitivamente de dos puntos generales: el primero es la coincidencia de las auroras boreales y de las australes; el segundo demuestra que el fenómeno de las auroras ocurre por lo general en las regiones más elevadas de la atmósfera, pero no fuera de ella. Admitidos estos dos puntos, el sabio físico cree que los vientos alisios llevan hasta las regiones polares la electricidad positiva que se remonta á los aires con los vapores de los mares tropicales. Acumulada esta electricidad cerca de los polos, actúa por influencia sobre la electricidad negativa de que está cargado el globo terráqueo. De aquí resulta una condensación de las electricidades contrarias y una neutralización en forma de descargas más ó menos frecuentes, tan luego como la tensión de ambos fluidos llega á su límite. "Estas descargas, dice, deben ocurrir casi simultáneamente en ambos polos, pues siendo perfecta la conductibilidad de la Tierra, la tensión eléctrica debe ser en ellos la misma, con algunas ligeras diferencias que proceden de las variaciones accidentales de la capa de aire interpuesta entre las dos electricidades. Así pues, durante la aparición de las auroras hay en la Tierra dos corrientes que van de los polos al ecuador; pero si no sobreviene la descarga más que en uno de los polos, por ejemplo en el austral, ya no hay en el hemisferio boreal corriente dirigida de Norte á Sur, sino de éste á aquél, aunque más débil. Este cambio ocasiona en la aguja de la brújula una declinación oriental, en lugar de la declinación occidental que experimentaba cuando la descarga tenía efecto en el polo boreal, dirigiéndose la corriente de Norte á Sur.",

M. de la Rive halla una confirmación de este modo de ver en las variaciones de di-

rección y de intensidad que se han observado en las corrientes transmitidas por los hilos telegráficos durante las auroras. Los señores Wálker y Loomis, que han hecho en Inglaterra y en América respectivamente un estudio particular de dichas corrientes, han visto que no tan sólo varían de intensidad, sino también de dirección, caminando alternativamente de Norte á Sur y de Sur á Norte. Estas variaciones concuerdan, según ellos, con las que se advierten en la luz de las auroras, ya por lo que respecta á su brillo como á sus perpetuas oscilaciones.

De la Rive hizo un interesante experimento con el cual trató de reproducir el fenómeno natural de las auroras en sus principales circunstancias. El aparato que ideó con tal objeto se compone de una esfera de madera de 30 á 35 centímetros de diámetro

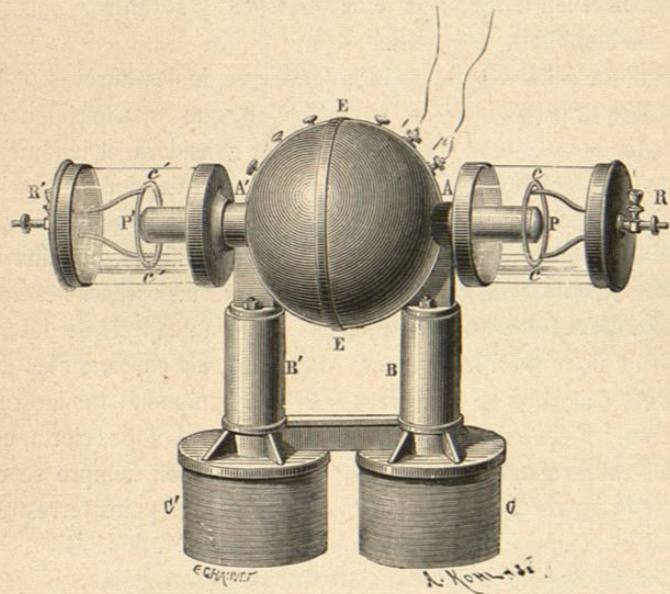


Fig. 57.—Aparato de la Rive para demostrar su teoría de las auroras polares

que representa la Tierra (fig. 57), y que en los extremos de su diámetro horizontal lleva dos espigas AP, A'P' de hierro dulce, de 8 á 10 centímetros de longitud y de 3 á 4 de diámetro. Estas espigas descansan en dos cilindros verticales de hierro dulce BB', que sirven también de soporte á la esfera. Se pueden imanar los dos cilindros y por consecuencia las espigas de hierro dulce en que remata el eje horizontal de la esfera, bien rodeándolas de una hélice atravesada por una corriente eléctrica, ó bien poniéndolas, como se ve en el grabado, sobre los dos polos de un electro-ímán CC'. Cada una de las espigas de hierro dulce va metida en un cilindro de cristal de 16 centímetros de diámetro y de 20 de longitud, cuyo eje ocupan hasta la mitad. Dos tapaderas metálicas cierran herméticamente los cilindros de cristal, estando atravesada una de ellas en su centro por la espiga de hierro dulce, y llevando la otra interiormente, por medio de dos brazos metálicos, un anillo cc, c'c', metálico también, que tiene su centro en el eje horizontal de la esfera, en el punto extremo de la espiga de hierro dulce que lo prolonga. Merced á dos llaves RR' se puede hacer el vacío en los cilindros de cristal é introducir en ellos diferentes gases.

Para poner el aparato en acción, se rodea la bola de madera con dos fuertes tiras de papel secante, pegándolas á ella, una EE alrededor de su ecuador, y otra AEA' de uno á otro polo. Esta se cruza con la primera y tiene sus extremos en contacto, en A y

A', con las espigas de hierro dulce. Fijase con tornillos á la segunda tira una serie de plaquitas de cobre ppp, situadas á iguales distancias en el mismo meridiano. Con el hilo de un galvanómetro colocado á 10 ó 12 metros de distancia se establece una comunicación metálica entre dos de dichas placas consecutivas. "Dispuesto así el aparato, se humedecen con agua salada las tiras de papel secante, y luego se pone en comunicación la tira ecuatorial con el electrodo negativo de una bobina Ruhmkorff, cuyo electrodo positivo comunica, por un conductor que se bifurca, con los dos anillos metálicos situados en el interior de los cilindros de cristal en los cuales el aire está muy enrarecido. Al punto se ve partir la descarga en forma de chorro luminoso entre el anillo y el extremo de la espiga de hierro dulce; pero esta chispa estalla tan pronto en uno como en otro cilindro, y rara vez en ambos á un tiempo, aunque los dos medios estén en circunstancias perfectamente idénticas en la apariencia.

„Tan luego como se imanar los hierros dulces, dice M. de la Rive, el penacho luminoso se ensancha y forma alrededor de la espiga central un arco animado de un movimiento de rotación cuyo sentido depende de la imanación. Debe tenerse en cuenta un punto importante, y es que si el aire no está muy enrarecido, se ve en el momento en que comienza la rotación, al imanarse la espiga de hierro dulce, que el chorro de luz no tan sólo se abre en forma de arco, sino que vibra rayos brillantes que, perfectamente distintos entre sí, giran como los de una rueda con mayor ó menor rapidez. Con esto se tiene una apariencia exacta de lo que ocurre en las auroras boreales, cuando los arcos aurales, animados de un movimiento de rotación de Oeste á Este, lanzan chorros luminosos á las altas regiones de la atmósfera. Estos chorros sólo se producen cuando el hierro dulce está imanado y acompañan al movimiento de rotación; se los puede producir, si el aire está demasiado enrarecido, introduciendo en él gota á gota un líquido evaporable, por ejemplo agua, que se evapora inmediatamente.

„Si consideramos ahora el galvanómetro, al cual van á parar los dos hilos que parten de dos placas próximas situadas en la tira de papel secante humedecida que, según hemos dicho, va á su vez, como un meridiano, de un polo á otro polo, observamos una corriente derivada cuya dirección é intensidad varían según que la descarga ocurra en el polo que pertenece al hemisferio en que están colocadas las placas ó en el otro. También podemos estudiar clara y distintamente el efecto ocasionado por las polaridades secundarias que adquieren estas placas al transmitir la corriente derivada; para lo cual basta impedir toda descarga. Variando de este modo las condiciones del experimento, se pueden reproducir en la marcha de los galvanómetros situados en el circuito de los hilos telegráficos las mismas variaciones que acompañan fielmente á las diferentes fases por las cuales pasan las descargas eléctricas de las auroras boreales y australes.

Gastón Planté ha hecho también curiosos experimentos con las poderosas baterías secundarias inventadas por él y que describiremos en el libro II de este volumen, habiendo reproducido varios de los efectos luminosos de las auroras. Estos experimentos

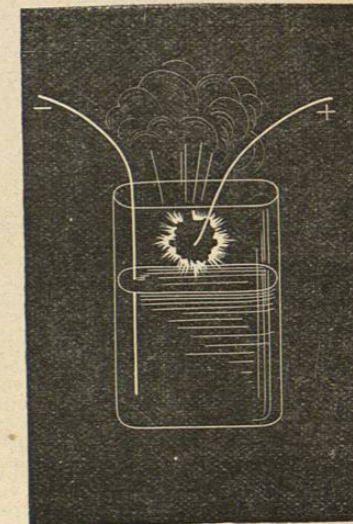


Fig. 58.—Experimentos de Gastón Planté: fenómenos luminosos de las auroras polares.

le han sugerido una teoría que difiere en muchos puntos de la adoptada por M. de la Rive. Digamos algo acerca de ella.

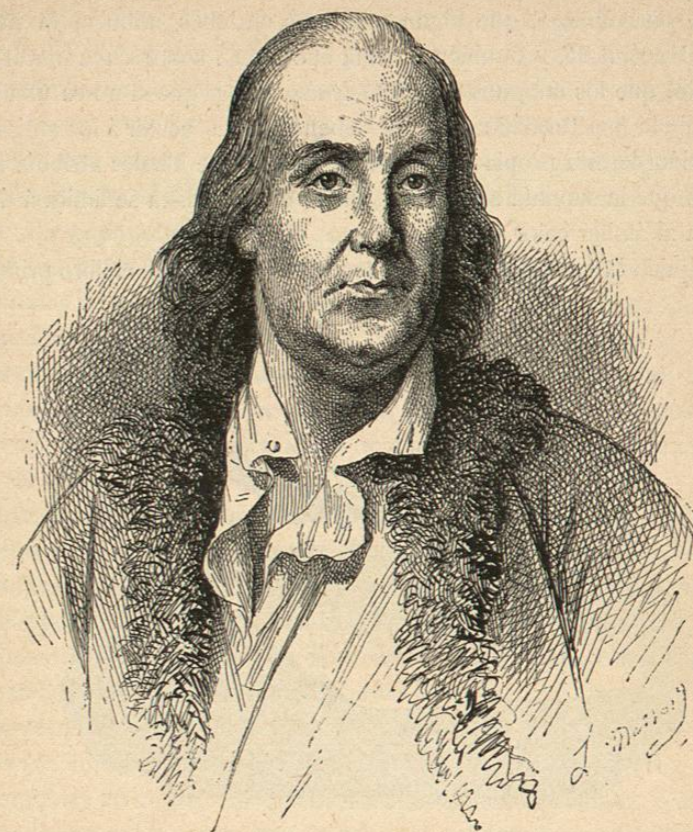
He aquí, según M. Planté, en qué consisten los experimentos en cuestión: "Si se pone el electrodo positivo de la poderosa batería secundaria de que hago uso en contacto con las paredes húmedas de una vasija llena de agua salada en la que se ha introducido de antemano el electrodo negativo, se observa, según la mayor ó menor distancia del líquido, ó una corona formada de partículas luminosas dispuestas en círculo alrededor del electrodo, ó un arco orlado de una franja de rayos brillantes, ó bien una línea sinuosa que se pliega y repliega sobre sí misma con rapidez. Este movimiento ondulatorio, en particular, presenta gran analogía con el que se ha comparado en las auroras con los repliegues de una serpiente ó con un cortinaje agitado por el viento.,"

La luz es amarilla á causa del agua salada, pero se observan en ella tintas purpúreas y violadas allí donde el agua procedente del vapor condensado está menos cargada de sal.

Según Planté, el segmento oscuro de las auroras tiene su análogo en el segmento húmedo que rodea al electrodo y en torno del cual se dilata el arco voltaico. Cuanto más penetra este electrodo en el líquido, tanto más agitada está la corriente por el flujo eléctrico, de lo cual resulta una ebullición luminosa que dicho físico compara con las fluctuaciones de las auroras polares. El zumbido que se nota explica el que han creído percibir ciertos observadores en las auroras. Por último, las perturbaciones magnéticas de que van éstas acompañadas tienen sus análogas en las agitaciones de una aguja imanada que se coloca cerca del circuito.

"Resulta además de estos hechos, dice M. Planté, que las auroras deben tener por causa un flujo de electricidad *positiva*, porque los fenómenos luminosos son los mismos que los del electrodo positivo en el voltámetro, y el negativo no ofrece nada semejante., Así lo admite también M. de la Rive; pero las auroras polares ¿son como se supone una descarga entre la electricidad positiva de la atmósfera y la de la Tierra supuesta negativa? No es tal la opinión de Planté, el cual piensa, por el contrario, que la electricidad positiva marcha hacia los espacios planetarios y no hacia el suelo, al través de las brumas ó de las nubes heladas que flotan sobre los polos. Finalmente, no considera las regiones ecuatoriales como el manantial en que se produce la electricidad positiva que se supone acumulada en los polos, "sino que debe proceder de una carga primitiva ó provisión de electricidad propia de la Tierra misma, adquirida por ella en el origen de su formación y que tenderá á disiparse, lo propio que el calor que posee, con extraordinaria lentitud en razón de su masa considerable.,"

Tales son las teorías propuestas para explicar el magnífico fenómeno de las auroras, y tales los ingeniosos experimentos con los cuales se ha procurado reproducir las circunstancias que las acompañan. Nosotros nos limitamos á exponerlas, dejando á los físicos la tarea de discutir las y de juzgar del fundamento que puedan tener.



BENJAMÍN FRANKLIN

LIBRO SEGUNDO.—LA ELECTRICIDAD

CAPÍTULO PRIMERO

FENÓMENOS GENERALES DE LA ELECTRICIDAD

I

ATRACCIONES Y REPULSIONES ELÉCTRICAS

Un pedazo de succino ó ámbar amarillo, ligeramente frotado con un paño, atrae cuerpecillos leves, como briznas de paja, barbas de pluma, fragmentos de corcho, de médula de saúco, de papel, etc., viéndose cómo se precipitan estos cuerpos hacia los puntos de la superficie del ámbar que ha sufrido la fricción, cual si los empujara una fuerza misteriosa. Este hecho, conocido desde la más remota antigüedad, si es cierto que Thales de Mileto, que vivió 600 años antes de la era vulgar, hace mención de él, es el punto de partida de la ciencia de la *Electricidad*. Pero la propiedad del ámbar,